



EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HERBICIDAS EN EL CONTROL DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN TRES TIPOS DE SUELOS DE MAJIBACOA, LAS TUNAS

Evaluation of mixtures of herbicides in the weed control in sugar cane field in three types of soils in Majibacoa, Las Tunas province

Frank J. Viera Barceló^{1✉} y Luis Escobar Cruz²

ABSTRACT. The research was carried out in areas of production from Majibacoa Enterprise, Las Tunas province, to evaluate the effectiveness of mixtures of herbicides in weed control in sugar cane plantations, variety C 86-503 in plant cane spring, in pre-post-emergent applications in three types of soils: reddish brown Fersialitic, fluffed Brown and cromic Vertisol. In the experimental area parcels were traced, according to a Random Blocks design with four replications, the application of the mixtures was carried out with Super Agro-16 (MATABI) backpack, when some cane stakes had sprouted and small weed existed. Were determined weed species present in the area and those which appeared after application, the percentage of coverage of the same and the toxicity caused by the herbicide mixture and its costs and the number of days it remained clean field. Six mixtures were evaluated: Ametrine + Diuron; Ametrina + 2,4-D and four doses Ametrina + Merlin + 2,4-D. The biggest doses of Merlin (Isoxaflutole): 0,150; 0,200 and 0,250 kg ha⁻¹, this last one was the most effective in the weed control, those that caused a slight toxicity in form of small points in the leaves of the cane, the loamiest soils (Vertisol and Brown) required the biggest doses. With these doses of mixtures obtained Merlin more expensive, however, they maintained a longer period of time clean the cane field, causing the cost per day is less clean.

RESUMEN. La investigación se desarrolló en áreas de producción de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas, para la evaluación de la efectividad de mezclas de herbicidas en el control de arvenses en plantaciones de caña de azúcar, variedad C 86-503, en caña planta de primavera, en aplicaciones pre-post-emergentes, en tres tipos de suelos: Fersialítico pardo rojizo, Pardo mullido y Vertisol crómico gléyco. En el área experimental se trazaron parcelas, según un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas, la aplicación de las mezclas se realizó con asperjadora manual Super Agro-16 (MATABI), 20 días después de la plantación, cuando las yemas de las estacas de caña de azúcar habían brotado, con presencia de algunas arvenses. Se determinaron las especies de arvenses presentes en el área y las que aparecieron después de las aplicaciones, el porcentaje de cobertura de las mismas y la fitotoxicidad provocada por la mezcla de herbicidas, así como sus costos y la cantidad de días que se mantuvo limpio el campo. Se evaluaron seis mezclas: Ametrina + Diurón; Ametrina + 2,4-D y cuatro dosis Merlin + Ametrina + 2,4-D. Las mayores dosis de Merlin (Isoxaflutole): 0,150; 0,200 y 0,250 kg ha⁻¹ resultaron las más efectivas en el control de arvenses, provocando una ligera fitotoxicidad en forma de pequeños puntos de color blanco en las hojas de la caña, los suelos más arcillosos (Vertisol y Pardo) requirieron las mayores dosis. Con estas dosis de Merlin se obtienen las mezclas más costosas; sin embargo, ellas mantuvieron un mayor período de tiempo limpio el campo de caña, lo que provocó que el costo por día limpio fuera menor.

Key words: herbicides, weed, sugarcane

Palabras clave: herbicidas, arvenses, caña de azúcar

INTRODUCCIÓN

Dentro de los agroecosistemas, las arvenses son una forma especial de vegetación altamente exitosa, que crece en ambientes perturbados por el hombre sin haber sido sembradas; su éxito puede medirse por la rapidez de la colonización, la dificultad de su

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad "Vladimir I. Lenin". Las Tunas.

² Empresa Azucarera Majibacoa. Cuba, CP 75200.

✉ fviera@ult.edu.cu

eliminación y el efecto negativo sobre la productividad de las especies cultivadas (1). Sus daños pueden ser desde imperceptibles a muy severos y dependiendo de su biología, distribución, dispersión y persistencia, pueden convertirse en una verdadera peste, causando pérdidas de hasta un 30 % de la productividad (2).

El control de arvenses se debe iniciar inmediatamente después de la plantación o la cosecha. La competencia en los primeros cuatro meses provoca las mayores reducciones de los rendimientos de caña y azúcar, esto es lo que se conoce como período crítico. Comúnmente se necesitan de tres a cuatro labores de desyerbe en esta etapa (3, 4).

Dentro de los métodos de control de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar, el control químico, juega un importante papel, principalmente durante el período lluvioso; con este se pueden tratar una gran cantidad de áreas por jornada de trabajo, lo que favorece a las unidades cañeras que carecen de fuerza de trabajo. En Cuba se emplean varios tipos de herbicidas, algunos con varios años de utilización, como es el caso de Ametrina, Diurón, 2,4-D sal amina y el Merlin, este último con alrededor de una década de aplicación en este cultivo, por lo que no abundan trabajos investigativos relacionados con la efectividad del mismo en diferentes condiciones edafoclimáticas, especies de arvenses y efectos sobre el ambiente. En otras partes del mundo se aplica fundamentalmente en el cultivo del maíz.

Es muy importante disponer de alternativas para el control de arvenses en las condiciones edafoclimáticas de los diferentes agroecosistemas cañeros, donde se tengan en cuenta las especies predominantes, las observaciones de los efectos sobre el medioambiente y los costos de las aplicaciones.

En este trabajo se realizó una evaluación de la efectividad de mezclas de herbicidas en el control de arvenses en plantaciones de caña de azúcar, variedad C 86-503, en caña planta de primavera, en aplicaciones pre-post emergentes, en tres tipos de suelos Fersialítico pardo rojizo, Pardo mullido y Vertisol crómico gléyco, en áreas de producción de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en áreas de producción de la Empresa Azucarera "Majibacoa",

ubicada en la zona central de la provincia Las Tunas, para evaluar la efectividad de seis mezclas de herbicidas en el manejo de arvenses -Ametrina + Diurón; Ametrina + 2,4-D y cuatro dosis de Merlin+Ametrina + 2,4-D-, en cepas de caña planta primavera, donde no existe la cobertura de paja y con la ocurrencia de lluvias se favorece la presencia de las arvenses. Se desarrollaron tres experimentos en suelos con diferentes características, que abundan en esta Empresa y en varias zonas del país, Fersialítico pardo rojizo (FsPR), Pardo mullido (PM) y Vertisol crómico gléyco (VCG)^A.

En el Laboratorio Provincial de Suelos se realizaron análisis físicos y químicos, el P_2O_5 y K_2O se determinaron por la técnica de Machiguin (Tabla I).

En campos de producción con el empleo de estacas de madera, se trazaron parcelas formadas por cinco surcos, con una longitud de 10 m, separados a 1,60 m, entre ellas se dejó una distancia de 6,40 m.

CONDICIONES EXPERIMENTALES

Diseño experimental: Bloques al azar, tamaño de las parcelas 80,00 m²; solución final 250 L ha⁻¹; tipos de suelos Fersialítico pardo rojizo; Pardo mullido y Vertisol crómico gléyco; contenido de humedad del suelo 10-15 % (se determinó por gravimetría); tipo de aplicación pre-post emergente; las yemas de las estacas de caña ya habían brotado, con una altura promedio de 18 cm y algunas arvenses de 5-10 cm; medio de aplicación asperjadora manual (MATABI) con boquilla flood jet DT 5; tipo de cepa primavera tardía (mayo); cultivar C86-503; momento de aplicación 20 días de la plantación; cosecha manual a los 20 meses.

Tratamientos en los tres tipos de suelo

Tratamientos (kg o L ha⁻¹)

Testigo absoluto,

Ametrina + Diurón (2 kg + 4 kg),

Ametrina + 2,4-D (2 kg + 2 L),

Merlin + Ametrina + 2,4-D (0,100 kg + 1,5 kg + 2 L),

Merlin + Ametrina + 2,4-D (0,150 kg + 1,5 kg + 2 L),

Merlin + Ametrina + 2,4-D (0,200 kg + 1,5 kg + 2 L),

Merlin + Ametrina + 2,4-D (0,250 kg + 1,5 kg + 2 L).

^AHernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D.; Rivero, L. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Primera edición. La Habana: AGRINFOR. 1999. 64 pp.

Tabla I. Características químicas y físicas de los suelos en el área experimental.

| Suelos | P_2O_5 (mg 100 g de suelo) | K_2O (mg 100 g de suelo) | pH (H ₂ O) | Materia orgánica (%) | Índice de plasticidad |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Fersialítico pardo rojizo | 3,15 | 31,12 | 6,80 | 3,15 | 15,00 |
| Pardo mullido | 4,65 | 41,25 | 7,00 | 4,20 | 35,10 |
| Vertisol crómico gléyco | 5,00 | 42,30 | 6,85 | 5,10 | 45,25 |

Ametrina 80 PM: (C₉ H₁₇ N₅ S,
2-etilamino-4-isopropilamino-6-metiltio-S-triazina).
Diurón 80 PM: C₉ H₁₀ CL₂ N₂ O,
3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea.
Sal amina 72 SC: 2,4-diclorofenoxiacetato amónico.
Merlin 75 WG: Isoxaflutole.

La determinación del porcentaje de cobertura de las arvenses se realizó a los 45, 60 y 75 días después de la aplicación de los herbicidas (dda). El 5 % de cobertura fue el máximo valor que se fijó para considerar los campos limpios de arvenses; a partir de este valor en esta Empresa se aplican métodos de control, aquí se tuvo en cuenta la escala de Maltsev (1962), muy utilizada en Cuba (5). Para determinar el porcentaje de cobertura se utilizó el método visual, con la ayuda de un marco de madera de 0,50*0,50 m (0,25 m²), según la metodología propuesta por este mismo autor.

La determinación de la fitotoxicidad se realizó a los 35 días de la aplicación de los herbicidas. Se aplicó la escala de EWRS (European Weed Research Society) (6).

El rendimiento agrícola se determinó pesando la caña de los dos surcos centrales de cada parcela, con un dinamómetro acoplado a una alzada Yumz-6KM.

Para realizar la valoración económica se determinó el costo de cada tratamiento (CT), según el precio de los diferentes herbicidas y sus dosis y los días que se mantuvieron limpios los campos de caña (DL) en los diferentes tipos de suelo, con estos datos se calculó el costo por día limpio (CPDL).

$$CPDL=CT/DL$$

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza, para comparar las medias se realizó la prueba de Tukey al 0,05 de significación. A los datos porcentuales se les aplicó la prueba de bondad de ajuste de Shapiro Wilks (modificada) para valorar si debían ser transformados. Se utilizó el paquete estadístico "Infostat" de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, versión 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las arvenses que aparecieron durante la investigación son de gran frecuencia en los cañaverales cubanos (Tabla II), después de las aplicaciones de las

mezclas de herbicidas no aparecieron las especies de la clase Magnoliatae; sin embargo, de la clase Liliatae solo no apareció posterior a las aplicaciones *Leptochloa panicea* Retz, que es una especie que se propaga por semillas. *Rottboellia cochinchinensis* Lour es reportada como una especie resistente a varios herbicidas, produce gran cantidad de semillas, las que son muy viables; las otras especies que sobrevivieron a las aplicaciones, además de las semillas botánicas tienen otras formas de propagación, lo que las hace resistentes a los herbicidas, ya que lo que ocurre no es la germinación sino la brotación, ejemplo de estas estructuras, rizomas, bulbos y estolones (4).

Estas arvenses junto a otras, *Digitaria adscendens* Kunth, *Rhynchosia minima* L, *Dichanthium annulatum* Forsk, *Croton lobatus* L, *Rhynchosia minima* L y *Chamaesyce hyssopifolia* L, son predominantes en los cañaverales de la Empresa Azucarera Majibacoa, y las pérdidas económicas que causan de modo general están entre un 5 y un 10 % del rendimiento agrícola^B.

Los campos de caña afectados por arvenses, no solo rinden menos, sino también en ellos se dificulta la cosecha (7). Por tanto, el control de arvenses es esencial para una producción económica en este cultivo. Ellas reducen el rendimiento al competir por la humedad, nutrientes y luz durante el período de crecimiento de la caña (8).

PORCENTAJE DE COBERTURA Y FITOTOXICIDAD

En el testigo absoluto el porcentaje de cobertura de arvenses, de modo general, fue mayor a medida que los suelos son más arcillosos (Tabla III). Desde la primera evaluación se alcanzaron valores muy altos, por encima de 44 %, esto se debió a que no se le aplicó herbicidas, a la humedad del suelo ya que ocurrieron lluvias y a la no existencia de cobertura de paja, por ser una cepa de caña planta (primavera); esta cobertura es una forma ecológica y económica para el control de las mismas.

^BRodríguez, L. 2006. Evaluación del Merlin (Isoxaflutole) GD 75 y sus mezclas con efectos pre y post-emergentes en el control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar. [Tesis de Maestría]. Universidad Vladimir Ilich Lenin, Las Tunas. 2006. 84 pp.

Tabla II. Especies de arvenses antes y después de las aplicaciones.

| Arvenses | Fersialítico (FsPR) | Pardo mullido (PM) | Vertisol (VCG) |
|---|---------------------|--------------------|----------------|
| <i>Rottboellia cochinchinensis</i> Lour | — | *** | *** |
| <i>Dichanthium annulatum</i> Forsk | *** | *** | *** |
| <i>Leptochloa panicea</i> Retz | + | + | + |
| <i>Cynodon dactylon</i> L. | *** | *** | *** |
| <i>Cyperus rotundus</i> L. | *** | *** | *** |
| <i>Ipomoea trifida</i> Kunth | + | + | + |
| <i>Euphorbia heterophylla</i> L. | + | + | + |
| <i>Bidens pilosa</i> L. | + | + | + |

** arvenses que aparecieron después de la aplicación de los herbicidas.

Tabla III. Porcentaje de cobertura de arvenses y fitotoxicidad causada por las mezclas de herbicidas.

| Tratamientos (kg o L ha ⁻¹) | Fersialítico pardo rojizo | | | | Pardo mullido | | | | Vertisol crómico gléyco | | | |
|--|---------------------------|----------|---------|-----|---------------|---------|----------|-----|-------------------------|----------|----------|-----|
| | 45 dda | 60 dda | 75 dda | FT | 45 dda | 60 dda | 75 dda | FT | 45 dda | 60 dda | 75 dda | FT |
| Testigo absoluto | 44,65 d | 77,63 d | 91,71 d | - | 45,53 e | 82,73 e | 92,89 e | - | 52,65 d | 82,65 d | 93,80 e | - |
| A+ D (2+4) | 11,15 b | 23,65 c | 32,21 c | 2 | 14,90 c | 26,34 c | 33,44 cd | 2 | 18,38 c | 24,44 c | 37,73 d | 2 |
| A+2,4-D(2+2) | 14,35 c | 27,33 c | 32,54 c | 1 | 18,55 d | 31,43 d | 35,19 d | 1 | 17,85 c | 27,78 c | 37,78 d | 1 |
| M+A+2,4-D (0,100+1,5+2,0) | 10,15 b | 16,85 b | 19,42 b | 1 | 9,65 b | 17,65 b | 27,53 bc | 1 | 13,05 b | 16,68 b | 34,78 cd | 1 |
| M+A+2,4-D (0,150+1,5+2,0) | 4,08 a | 11,80 ab | 15,58 a | 1 | 6,19 a | 16,33 b | 25,26 b | 1 | 8,88 ab | 16,83 b | 27,61 bc | 1 |
| M+A+2,4-D (0,200+1,5+2,0) | 4,03 a | 11,25 a | 16,04 a | 2 | 3,90 a | 9,80 a | 16,33 a | 2,5 | 8,09 a | 15,09 ab | 26,05 b | 2,5 |
| M+A+2,4-D (0,250+1,5+2,0) | 4,09 a | 10,13 a | 15,86 a | 2,5 | 3,67 a | 9,65 a | 16,59 a | 2,5 | 4,15 a | 10,23 a | 16,44 a | 2,5 |
| ES | 0,49 | 1,10 | 0,66 | | 0,73 | 0,98 | 1,47 | | 1,02 | 1,04 | 1,57 | |

A: Ametrina D: Diurón M: Merlin

El porcentaje de cobertura de las arvenses a los 75 dda fue, de modo general mayor a medida que los suelos eran más arcillosos. En el suelo Fersialítico se alcanzaron los mejores resultados con las dosis de Merlin superiores a 0,100 kg ha⁻¹, en el suelo Pardo con 0,200 kg ha⁻¹ y 0,250 kg ha⁻¹ en el Vertisol.

Con la aplicación de estos productos, no se garantizó que el campo de caña llegara a la etapa de pre-cierre libre de arvenses, por lo que fue necesario dar a los 120 días de la plantación un pase de grada múltiple para controlarlas y para tapar la depresión que queda en el surco, que hace que la combinada haga un corte alto de los tallos de la caña; también se aplicó Finale a 2 L ha⁻¹ a los cinco meses.

Se reporta una alta efectividad del Merlin con dosis de 0,200 y 0,250 kg ha⁻¹ en suelos ligeros, medios y pesados, de las provincias Ciego de Ávila y Las Tunas, en aplicaciones pre-emergentes, sin diferir del testigo Diurón 4,8 kg ha⁻¹, causando una fitotoxicidad entre 1 y 2,12 grados, según la escala de EWRS en la variedad C87-51^B.

La fitotoxicidad provocada a la caña de azúcar en los tres tipos de suelo fue baja en todos los tratamientos, con valores que no afectan el rendimiento agrícola, según EWRS, los mayores valores se alcanzaron con las mezclas que incluyeron Diurón y con las que contenían las mayores dosis de Merlin 0,200 y 0,250 kg ha⁻¹.

Ametrina y Diurón pueden causar fitotoxicidad en algunas variedades susceptibles a estos productos (9). El Merlin es un herbicida pre-emergente que puede causar daños a la planta de caña, por lo que en período seco no se recomienda aplicar la dosis máximas para esos tipos de suelo (4).

RENDIMIENTO AGRÍCOLA

En el testigo absoluto se alcanzaron los menores rendimientos agrícolas en los tres tipos de suelos, con una reducción de más del 50 % respecto a la mayoría de los tratamientos, debido a la competencia de la caña con las arvenses (Tabla IV).

En el suelo Fersialítico de modo general se obtuvieron los menores rendimientos, esto posiblemente se debió, a que son más pobres en nutrientes que los otros dos suelos evaluados (Tabla I). A partir de la dosis de Merlin (0,150 kg ha⁻¹) se obtuvieron los mayores valores.

En el suelo Pardo y el Vertisol, se alcanzaron valores muy similares, pero es importante señalar que con las dosis 0,200 y 0,250 kg ha⁻¹ de Merlin se obtuvieron los mayores valores desde un punto de vista matemático ya que estadísticamente no hubo diferencias significativas.

Las características físicas y químicas de estos suelos, no constituyeron un factor limitante para este cultivo (Tabla I), los contenidos de P₂O₅ y K₂O asimilables del suelo Fersialítico son medios, en los otros dos suelos se consideran altos, el pH fue neutro, el contenido de materia orgánica en el Vertisol fue alto y en los otros dos suelos medio, según el índice de plasticidad el Fersialítico es ligeramente plástico, el Pardo plástico y el Vertisol muy plástico. Para hacer estas evaluaciones se tuvieron en cuenta tablas de interpretación de análisis de suelo^C. Es importante señalar que estos suelos recibieron la fertilización química que se realiza en esta Empresa Azucarera, acorde a lo establecido por el Servicio de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE).

Después de las labores de cultivo en ocasiones aparecen arvenses rastreras, que son capaces de trepar por la planta de caña, las que pueden disminuir la cantidad y calidad de los tallos molibles y dificultan la cosecha, tanto manual como mecanizada (10); en esta investigación *Ipomoea trifida* Kunth, posee estas características.

VALORACIÓN ECONÓMICA

Las mezclas de herbicidas que incluyeron las mayores dosis de Merlin (0,150; 0,200 y 0,250 kg ha⁻¹) tuvieron los mayores costos, pero mantuvieron el campo de caña limpio un mayor tiempo, en algunos casos 20 y 25 días por encima de las restantes mezclas, un tiempo en el cual se deben hacer alrededor de dos limpiezas, lo que incrementaría los gastos económicos y posibles daños al ambiente, según el método de control de arvenses y la calidad con la que se realice el mismo (Tabla V).

En el suelo Fersialítico a partir de 0,150 kg ha⁻¹

de Merlin se mantuvo el campo limpio la mayor cantidad de días en el Pardo con 0,200 kg ha⁻¹ y en el Vertisol con 0,250 kg ha⁻¹. Con estas dosis de Merlin se alcanzaron en el suelo Fersialítico y en el Pardo, junto con la mezcla de Ametrina + 2,4-D los menores costos por días limpios, en el Vertisol los costos fueron muy similares, con el menor valor en Ametrina + 2,4-D. Es importante destacar que con las mezclas que incluyeron estas dosis de Merlin se obtuvieron los mayores rendimientos agrícolas, a pesar de que entre muchos de ellos no existió diferencias significativas.

El costo de estos herbicidas es, Diurón (6,19 USD kg⁻¹), Ametrina (7,47 USD kg⁻¹), Sal amina (4,73 USD L⁻¹) y el Merlin 149,25 USD kg⁻¹ (4). Este último producto es el más costoso, pero no incrementa mucho los costos de aplicación ya que se emplea en dosis muy bajas respecto a los restantes.

En el cultivo de la caña de azúcar se conocen los beneficios de un buen control de las arvenses para reducir los costos. Estudios muestran que las producciones por encima de 80 t ha⁻¹ las obtienen los productores que más invierten en el control de las mismas.

^cMartín, N. J. Tabla de interpretación de análisis de suelo. Primera edición. La Habana: Universidad Agraria. 2004. 17 pp.

Tabla IV. Rendimiento agrícola en los tres tipos de suelo.

| Tratamientos (kg o L ha ⁻¹) | Fersialítico (FsPR) (t ha ⁻¹) | Pardo Mullido (PM) (t ha ⁻¹) | Vertisol (VCG) (t ha ⁻¹) |
|--|--|---|---|
| Testigo absoluto | 37,38 a | 37,55 a | 40,68 a |
| A+ Diurón (2+4) | 81,38 c | 82,10 b | 81,61 b |
| A+ 2,4-D (2+2) | 70,73 b | 81,75 b | 81,43 b |
| M+A+2,4-D (0,100+1,5+2,0) | 71,21 b | 83,50 bc | 81,83 b |
| M+A+2,4-D (0,150+1,5+2,0) | 82,41 cd | 83,73 bc | 84,13 bc |
| M+A+2,4-D (0,200+1,5+2,0) | 84,30 d | 84,43 c | 85,05 c |
| M+A+2,4-D (0,250+1,5+2,0) | 84,30 d | 83,83 c | 85,55 c |
| ES | 0,58 | 0,45 | 0,67 |

Tabla V. Valoración económica en los tres tipos de suelos.

| Tratamientos (kg o L ha ⁻¹) | Días limpios (DL) | | | Costo total (CT) USD ha ⁻¹ | Costo por día limpio (CPDL) USD | | |
|--|-------------------|------------|-------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------|-------------|
| | Suelo FsPR | Suelo (PM) | Suelo (VCG) | | Suelo (FsPR) | Suelo (PM) | Suelo (VCG) |
| Testigo absoluto | - | - | - | - | - | - | - |
| A+ Diurón (2+4) | 35 | 35 | 33 | 39,70 | 1,13 | 1,13 | 1,20 |
| A+ 2,4-D (2+2) | 30 | 30 | 33 | 24,40 | 0,81 | 0,81 | 0,74 |
| M+A+2,4-D (0,100+1,5+2,0) | 35 | 38 | 35 | 35,58 | 1,02 | 0,94 | 1,02 |
| M+A+2,4-D (0,150+1,5+2,0) | 50 | 42 | 40 | 43,05 | 0,86 | 1,02 | 1,08 |
| M+A+2,4-D (0,200+1,5+2,0) | 50 | 55 | 40 | 50,51 | 1,01 | 0,92 | 1,26 |
| M+A+2,4-D (0,250+1,5+2,0) | 50 | 55 | 49 | 57,97 | 1,16 | 1,05 | 1,18 |

Es poco apropiado valorar solo los gastos por hectárea, el mejor criterio se tiene en el costo por tonelada de azúcar; este se puede reducir con mayores rendimientos, como parte de un paquete de prácticas apropiadas (11).

Las mismas condiciones que favorecen el crecimiento del cultivo de la caña de azúcar en grandes extensiones, son favorables para el crecimiento de las arvenses. El control de las mismas puede representar del 18-28 % del costo de cultivo o 5-6 % del costo de producción (12, 13).

La aplicación de estas mezclas de herbicidas, en los primeros días de la plantación mantuvo limpios de arvenses los campos de caña entre 30 y 55 días, lo que fue muy importante, ya que la competencia en estas primeras etapas, hasta que ocurra el cierre del campo, puede ocasionar pérdidas en el rendimiento superiores al 50 % (14).

En esta investigación las aplicaciones de diferentes mezclas de herbicidas, pueden contribuir a contrarrestar los efectos de la resistencia que van adquiriendo las arvenses a los mismos, lo que hace que disminuya la eficiencia de este método de control, con un aumento de los costos. Los beneficios económicos al usar labores de cultivo y aplicaciones de herbicidas de diferentes modos de acción, fundamentalmente los residuales, varía en dependencia del tipo de cultivo, por lo que puede haber resultados positivos o negativos; lógicamente los rendimientos agrícolas tienen gran influencia en las ganancias que se obtengan. En el mundo se incrementa la cantidad de especies de arvenses que han desarrollado resistencia a los herbicidas, un ejemplo de esto se reporta con las numerosas aplicaciones de Glifosato (15, 16, 17, 18).

De los herbicidas aplicados el 2,4-D Sal amina se reporta como moderadamente tóxico para los humanos, los restantes pueden causar daños ligeros a los peces, el Diurón se reporta como medianamente tóxico; sin embargo, para las abejas todos a excepción del Merlin pueden causar daños (4).

Algunas especies de arvenses muestran propiedades alelopáticas en el cultivo de la caña de azúcar, como por ejemplo *Cyperus rotundus* L. En la actualidad algunas investigaciones evalúan las influencias de extractos de estas plantas en el control de arvenses y otras plagas, con el objetivo de integrar tecnologías compatibles con el ambiente, donde el control biológico de plagas tiene un papel fundamental (19, 20, 21).

Los herbicidas pueden mostrar efectos beneficiosos o adversos sobre otros organismos y no siempre es conveniente emplear el método de "control total" de arvenses ya que la conservación de ciertos niveles de estas plantas, contribuye a disminuir las poblaciones de organismos herbívoros y aumentar los insectos benéficos (22, 23, 24).

CONCLUSIONES

Las mezclas que incluyeron las dosis de Merlin 0,150; 0,200 y 250 kg ha⁻¹ + Ametrina + 2,4-D resultaron las más efectivas en el control de arvenses, con un incremento de las dosis de este herbicida a medida que los suelos son más arcillosos, provocando una ligera fitotoxicidad a la caña.

Las mezclas anteriores a pesar de tener los mayores costos, mantuvieron limpio el campo de caña un mayor período de tiempo y presentaron los menores costos por días limpios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez, J. Las malezas y el Agroecosistema. Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental de Uruguay. [en línea]. 2007. [Consultado: 15-12-2007]. Disponible en: <<http://www.pv.fagro.edu.uy/Malezas>>.
2. Daehler, C. y Virtue, J. Variable perception of weeds and the implication for WRA. En: International Weed Risk Assessment Workshop (IWRAP). [en línea]. 2007. [Consultado: 10-12-2007]. Disponible en: <<http://www.hear.org/iwrap>>.
3. Cuellar, I. A.; de León, M.; Gómez, A.; Piñón, D.; Villegas, R. y Santana, I. Caña de azúcar paradigma de sostenibilidad. Primera edición. Ciudad de la Habana: Editorial PUBLINICA. 2003. 175 pp.
4. Rodríguez, L. y Díaz, J. C. Programa de control integral de malezas en caña de azúcar. 11^{na} edición. La Habana: Editorial INICA. 2012. 169 pp.
5. Labrada, R. Métodos para el Estudio de las Malezas y los Herbicidas. Primera edición. La Habana: Ediciones ENPES. 1991. 149 pp.
6. CIBA-Geigy. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Segunda edición. Basilea, Suiza: Editorial CIBA-Geigy. 1981. 205 pp.
7. Reynoso, A. Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. Sexta edición. La Habana: Editorial Nacional de Cuba. 1962. 462 pp.
8. Sarwar, S. C.; Bashir, S. y Ahmad, F. Evaluation of integrate weed management practices for sugarcane. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 2010, vol. 16, no. 3, pp. 257-265. ISSN 2225-7942.
9. Rodríguez, F. R. Tolerancia diferencial de variedades de caña de azúcar al stress por herbicidas. *Bragantia*, 2010, vol. 69, no. 2, pp. 395-404. ISSN 1678-4499.
10. Jones, C. A. y Griffin, J. L. Red morningglory (*Ipomoea coccinea*) control and competition in sugar cane. *J. Am. Soc. Sugar Cane Technol.*, 2009, vol. 29, pp. 25-35. ISSN 1075-6302.
11. Edmond, L. M. Enhancing Chemical Weed Management. *Sugarcane*, 2007, vol. 24, no. 1, pp. 1-3. ISSN 0265-7406.
12. Edmond, L. M. Outdoing the weed competition. *Sugarcane*, 2007, vol. 24, no. 1, pp. 10-12. ISSN 0265-7406.
13. Conlong, D. E. y Campbell, P. L. Integrated weed management for sugarcane field verges: *Melinis minutiflora* and *Cynodon dactylon* encroachment. *Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass.*, 2010, vol. 83, pp. 276-279. ISSN 0370-1816.

14. Zafar, M. Weed-crop competition effects on growth and yield of sugarcane planted using two methods. *Pakistan J. Bot.*, 2010, vol. 42, no. 2, pp. 815-823. ISSN 2070-3368.
15. Bonny, S. Genetically modified glyphosate-tolerant soybean in the USA: Adoption factors, impacts and prospects. *Agronomy for Sustainable Development.*, 2008, vol. 28, no. 1, pp. 21-32. ISSN 1773-0155.
16. Boerboom, C. Giant ragweed with suspected glyphosate resistance. *Wisconsin Crop Manager*, 2009, vol. 16, no. 16, pp. 63-64. ISSN 1543-7833.
17. Heap, I. M. The international survey of herbicide resistant weeds. [en línea]. 2009. [Consultado: 23-6-2013]. Disponible en: <<http://www.weedscience.org/>>.
18. Hurley, T. M.; Mitchell, P. D. y Frisvold, G. B. Weed management costs, weed best management practices, and the Roundup Ready® weed management program. *AgBioForum.*, 2009, vol. 12, no. 3, pp. 281-290. ISSN 1522936X.
19. Weihet, M.; Didon, U. M.; Rönnerberg, W. y Björkman, C. Integrated agricultural research and crop breeding: Allelopathy weed control in cereals and long-term productivity in perennial biomass crops. *Agricultural Systems*, 2008, vol. 97, no. 3, pp. 99-107. ISSN 0308521X.
20. Arévalo, R. A.; Bertoncini, E. I.; Salgado, G. S. y Rossi, F. Alelopatía de *Cyperus rotundus* L. en *Saccharum* spp. cv. IAC-SP 93-6006. *Revista Fitosanidad*, 2009, vol. 13, no. 3, pp. 193-196. ISSN 1818-1686.
21. Arévalo, R. A.; Bertoncini, E. I.; Aranda, E. M. y González, T. A. Alelopatía en *Saccharum* spp. (caña de azúcar). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 2011, vol. 15, no. 1, pp. 51-60. ISSN 0188-7890.
22. Andreasen, C. y Stryhn, H. Increasing weed flora in Danish arable fields and its importance for biodiversity. *Weed Research*, 2008, vol. 48, no. 1, pp. 1-9. ISSN 1365-3180.
23. Nicholls, C. I. y Altieri, M. A. Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. *Leisa Revista de Agroecología*, 2008, vol. 24, no. 2, pp. 6-8. ISSN 1569-8424.
24. Andreas, K. Herbicides and Environment. Primera edición. Estados Unidos: Editorial, CC BY-NC-SA. 2011. 746 pp. ISBN 978-953-307-476-4.

Recibido: 10 de julio de 2014

Aceptado: 20 de enero de 2015

¿Cómo citar?

Viera Barceló, Frank J. y Escobar Cruz, Luis. Evaluación de mezclas de herbicidas en el control de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar en tres tipos de suelos de Majibacoa, Las Tunas. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 1, pp. 122-128. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <----->.